

MULTILEVEL URBAN GREEN AREA : SOLUSI TERHADAP GLOBAL WARMING DAN HIGH ENERGY BUILDING

Mohammad Pranoto S

Jurusan Teknik Arsitektur, UPN "Veteran" Jawa Timur

ABSTRACT

Decreasing of land-use and energy sources is now the big problem of the world. That gave the impact of vertically development and reduced opened green areas than developed areas. Unbalancing of the proportion of its can give the impact to micro environmental climate. This condition, finally will be increase the operating-energy of the building. For that, the energy conscious design is the important solution that will hopefully to solve that problems.

Regarding above, that the sustainable development concept is the important step in architectural design, which the urban green area was the one of many strategies that it is not only horizontally direction but the vertical ones, that would be save the energy and reduced the heat on sustainable development context.

Key words: *urban green area, global warming and sustainable architecture*

ABSTRAK

Minimnya lahan dan sumber energi merupakan permasalahan besar yang dihadapi dunia saat ini.. Ini menimbulkan kecenderungan pembangunan secara vertikal dan berakibat pada berkurangnya rasio area terbuka hijau terhadap area terbangun. Ketidakseimbangan proporsi area terbuka hijau dengan area terbangun berdampak besar pada iklim mikro lingkungan. Kondisi ini pada akhirnya akan berdampak pada meningkatnya *operating-energy (end-use energy)* dalam bangunan. Untuk itu, desain sadar energi (*energi conscious design*) merupakan suatu pemikiran yang patut dipertimbangkan dalam arsitektur.

Untuk itu, konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) merupakan pijakan penting dalam desain arsitektur, dimana *urban green area* merupakan salah satu strategi di dalamnya yang cukup potensial, dimana tidak hanya pada arah horisontal saja namun juga *vertical/multilevel*. Hal tersebut mampu menghemat energi dan mereduksi panas dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: *urban green area, global warming dan pembangunan berkelanjutan*

PENDAHULUAN

Seiring dengan era globalisasi, pembangunan kota di berbagai belahan bumi berkembang dengan pesat,. besarnya kebutuhan terhadap fasilitas bangunan baru dihadapkan pada permasalahan bahwa lahan yang tersedia semakin terbatas. Menghadapi kondisi ini, maka dengan teknologi yang juga terus berkembang, alternatif pemecahan masalahnya adalah dengan pembangunan secara vertikal, yaitu dengan mendirikan *multy-storey building*. Bahkan pada kota-kota besar yang benar-benar telah padat, orientasi pembangunan adalah pada bangunan pencakar langit (*skycrapers*).

Hal ini bukan satu-satunya permasalahan sebagai dampak dari pembangunan yang terjadi dalam konteks urban. Permasalahan serius lainnya adalah berkurangnya rasio area terbuka hijau (*urban green area*) bila dibandingkan dengan luasan area terbangun, dimana hal ini sangat mempengaruhi kondisi mikroklimatik suatu area. Berkurangnya ruang terbuka hijau ini ditengarai sebagai penyebab utama terjadinya '*urban heat island*', yaitu suatu fenomena dimana temperatur pada suatu daerah terus meningkat, bahkan di saat malam harii (Stahler dalam Pramujadi, 2002). Penyebab lain dari *urban heat island* ini adalah kecenderungan penggunaan material

bangunan dan penutup tanah (*land cover*) dengan karakteristik '*high thermal capacity*' dan penggunaan material yang memantulkan radiasi matahari seperti kaca atau material reflektif lainnya. Efek lain dari berkurangnya area hijau disampaikan oleh Hough dalam Pramujadi (2002) yaitu bahwa berkurangnya tanaman-tanaman tersebut mempunyai kontribusi yang sangat besar pada terganggunya siklus air hujan dan erosi tanah. Dalam jangka panjang, fenomena inilah yang berkontribusi besar dalam terjadinya '*global warming*' dan tentu saja pada akhirnya akan berpengaruh terhadap iklim dan keberlanjutan lingkungan.

Dalam menyikapi permasalahan ini, konsep '*sustainable development*' menjadi suatu dasar yang sangat penting bagi setiap pembangunan yang dilakukan. *Sustainable development* (menurut *World Commision and Environment and Development, WCED*, 1987) adalah "*.....is the development which meets the needs of present, without compromising the ability of future generation to meet with their own needs*". Penerapan konsep *sustainability* dalam suatu kota atau yang disebut oleh Richard Rogers (dalam Hussein, 2000) sebagai '*sustainable city*', mempunyai arti bahwa kota berperan antara lain sebagai: (1) '*a beautiful city*', yaitu dimana seni, arsitektur dan lansekap dapat

membangkitkan imajinasi dan spirit, dan (2) *'an ecological city'*, dimana dampak ekologis diminimalkan, yaitu dengan mewujudkan keseimbangan antara lansekap dan bentuk terbangun, mewujudkan keamanan bangunan dan infrastrukturnya, serta efisiensi sumber daya.

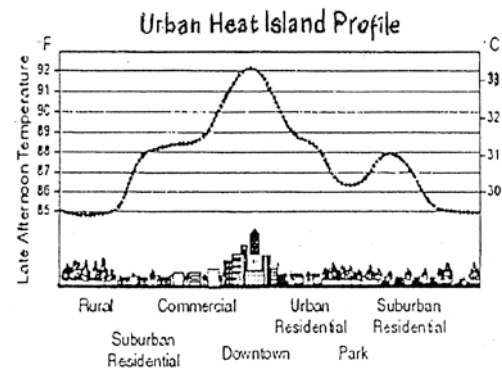
Pernyataan diatas menjelaskan bahwa lansekap merupakan suatu strategi yang potensial dalam mewujudkan konsep disain berkelanjutan. Pemanfaatan lansekap untuk desain berkelanjutan tidak hanya terbatas pada disain secara horisontal di permukaan tanah. Bila mengingat kecenderungan tuntutan akibat keterbatasan lahan dan efisiensi penggunaan lahan saat ini, perlu dipikirkan strategi disain lansekap yang dapat mengatasi tuntutan tersebut. Yeang (1998) mencetuskan konsep *'vertical landscape'* sebagai strategi untuk menerapkan konsep *sustainability*, terutama untuk desain bangunan tinggi. Konsep Yeang ini merupakan suatu alternatif strategi yang sangat potensial untuk dieksplorasi lebih lanjut.

TINJAUAN PUSTAKA

Urban Heat Island and Micro Climate Condition

Iklim mikro atau disebut juga iklim lokal (*microclimate*) sangat bergantung pada cara bagaimana energi matahari digunakan untuk konveksi, evaporasi, atau

pemanasan suatu objek dalam site. Selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi topografi permukaan, angin, serta konsentrasi gas-gas polutan dalam udara. Keseluruhan faktor ini pada akhirnya akan berpengaruh pada level temperatur lokal suatu area. Pada level tertentu akan terjadi suatu fenomena yang disebut *'urban heat island'*, yaitu suatu kondisi dimana temperatur *urban* meningkat bahkan saat malam hari. Artinya, temperatur lokal rata-rata pada daerah itu meningkat.



Gambar 1. *Urban Heat Island Profile*

Sumber: www.epa.gov/globalwarming/actions/local/heatland/index.html

Kenaikan temperatur *urban* tersebut dapat menurunkan level kenyamanan termal (*thermal comfort*) yang pada akhirnya akan mengganggu aktifitas manusia di dalam bangunan. Oleh karena

itu *thermal comfort* adalah fokus utama dalam perancangan bangunan. Di daerah beriklim tropis, seperti halnya di Indonesia, *thermal comfort* dapat dicapai dengan menurunkan temperatur di dalam bangunan yang cenderung tinggi, terutama akibat dari radiasi dan konveksi panas yang tinggi dari lingkungan luar. *Urban heat* di daerah tropis sangat tidak diharapkan terjadi, karena akan memberi beban lebih untuk strategi pendinginan bangunan.

Strategi pendinginan bangunan di daerah tropis dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan desain bangunan yang: (a) memungkinkan masuknya angin secara maksimal ke dalam bangunan (*natural ventilation*) dan (b) meminimalkan masuknya '*solar heat gain*' baik melalui radiasi atau konveksi.

Kedua strategi ini dapat diterapkan melalui upaya penataan kembali wilayah *urban* dengan pendekatan baru atau dengan penataan lansekap yang terencana dengan baik. *Landscaping* yang dimaksudkan di sini adalah : (1) area hijau kota (*urban green area*), dibagi atas tipe vegetasi di sekeliling bangunan, pohon-pohon di sepanjang jalan, vegetasi di area *playground*, taman lingkungan skala kecil dan taman public skala besar, serta (2).vegetasi pada bangunan Penggunaan vegetasi sangat potensial sebagai elemen

untuk digunakan dalam kedua strategi di atas.

- Optimalisasi Energi dalam Bangunan

Beberapa terminologi berkaitan dengan konsumsi energi dalam bangunan menurut Herzog (1996), dapat dikategorikan sebagai berikut: (a) *embody energi (production energy)*, yaitu energi dalam material bangunan, meliputi energi yang digunakan selama proses produksi, perakitan, *maintenance*, alterasi, dan penghancuran (demolisi), (b) *end-use energi (operating energy)*, yaitu energi yang digunakan untuk pemeliharaan tingkat kenyamanan dan untuk sistem operasionalnya, dan (c) *induced energy*, yaitu konsumsi energi yang disebabkan dampak tak langsung dari proses konstruksi, contohnya : energi untuk transportasi material.

Menurut Abel (1994), analisa terhadap *end-use energi* perlu dibedakan atas : (a) kebutuhan bangunan di satu sisi lain, serta (b) energi dalam bentuk panas dan elektrik. Berdasarkan energi utama yang tersedia dalam bangunan (panas dan elektrik), konsumsi energi dibagi atas beberapa sebagai berikut :

- *Heat* / panas : untuk menghindari heat losses dari selubung bangunan.
- *Heat* / panas untuk water heating.

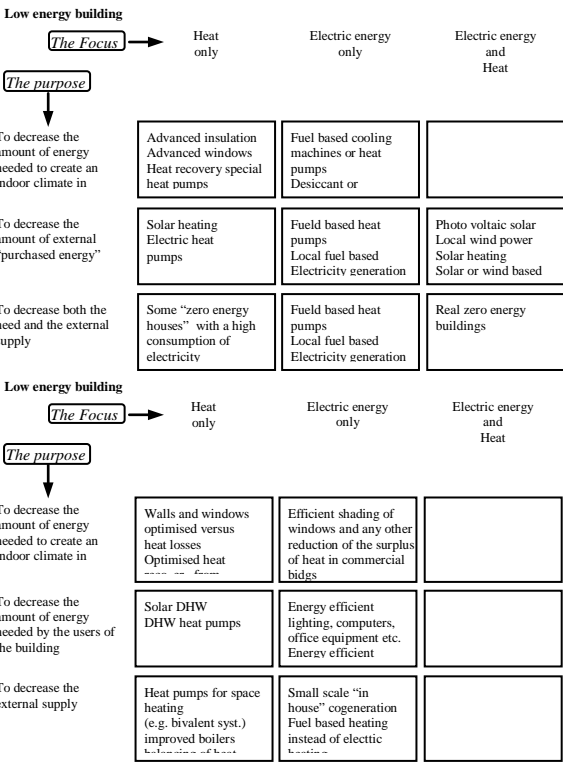
- *Electrical energy* untuk penerangan dan operasional alat dan mesin dalam bangunan.
- *Heat* / panas untuk air conditioning.
- *Electrical energy* untuk operasional alat dan pendingin ruang.

Enno Abel (1994) membahas tentang konsep efisiensi energi pada bangunan berkaitan dengan *end-use energy* dan membedakan secara sistematis atas dua konsep sebagai berikut: (a) *low-energy building*, dengan tujuan utama bangunan dengan kondisi '*no energy or no external supply energy*' atau setidaknya '*no supply of purchased energy*'. Konsep ini sulit dilakukan terutama untuk bangunan dengan setiap detail yang serendah mungkin membutuhkan energi (*lowest possible energy requirements*). Tujuan ini biasanya berkaitan dengan kebutuhan energi seminal mungkin dipertimbangkan dari alasan ekonomis.

Konsep *energy-efficient building* tampak lebih masuk akal untuk diterapkan pada semua disain bangunan. Pencapaian level '*real zero energy building*' tidak akan sepenuhnya dapat terlaksana karena terkait dengan berbagai faktor. Pertimbangan ini dapat dijelaskan dalam diagram pada Gambar 2.

Konsep efisiensi pada bangunan berkaitan dengan hubungan antara lingkungan eksternal dan internal

diungkapkan oleh Hawks (1996) dengan mengadopsi dua mode kontrol lingkungan, yaitu: (1) *exclusive mode*, bergantung sepenuhnya pada '*generated energy*' dan (2) *selective mode*, menggunakan *ambient energy (heat and light)* sebagai sumber utama (Gambar 3).



Gambar 2. Matriks Indikasi Penerapan Konsep *Low-Energy Building* dan *Energy-Efficient Building*
Sumber: Abel, 1994

EXCLUSIVE MODE	SELECTIVE MODE
• <i>Environmental is automatically controlled and is predominantly artificial.</i>	• <i>Environment is controlled by a combination of automatic & manual means and is a variable mixture of natural and artificial.</i>
• <i>Shape is compact, seeking to minimize the interaction between interior and exterior environment.</i>	• <i>Shape is dispersed, seeking to maximize the use of ambient energy.</i>
• <i>Orientation is relatively unimportant.</i>	• <i>Windows are large on southerly façade, restricted to the north, solar controls are required to avoid summer heating.</i>
• <i>Energy is primarily form generated source, use throughout the year in relatively quantity.</i>	• <i>Energy is a combination of ambient and generated energy. The use in variable throughout the peak at winter and “free-running in summer.</i>

METODOLOGI

Kajian ini membahas tentang potensi penggunaan *multilevel urban green area* sebagai suatu alternatif strategi berkaitan dengan upaya efisiensi energi bangunan. Kajian akan ditekankan pada kemungkinan penggunaan lansekap secara vertikal pada bangunan di daerah tropis-lembab (*hot-humid climate*), dengan pertimbangan bahwa iklim tropis mempunyai masalah

yang lebih kompleks dibandingkan dengan iklim lainnya, akibat karakteristik dimana panas akibat radiasi matahari yang tinggi dan disertai dengan kelembaban yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN
- Desain Sadar Energi /Energy Conscious Design

Konteks energi dalam arsitektur sebenarnya telah mulai disadari sejak awal abad ke-20, yaitu pada era arsitektur pasca industri sesudah tahun 1900 (Priatman, 2002). Kesadaran ini dipacu oleh krisis energi terutama yang dialami oleh negara-negara maju yang terjadi sekitar tahun 1973. Kondisi ini mendorong rekonseptualisi perancangan arsitektur dengan pertimbangan utama pada efisiensi energi. Dari pemikiran-pemikiran inilah akhirnya terlahir beberapa paradigma disain sadar energi (*energy conscious design*), yang diklasifikasikan oleh Priatman (2002) sebagai berikut:

- **Arsitektur Bioklimatik (*Bioclimatic Architecture/Low-Energy Architecture*)**
Merupakan arsitektur yang berlandaskan pada pendekatan desain pasif dan minimum energi, dengan memanfaatkan energi alami iklim setempat untuk menciptakan kondisi kenyamanan. Dicapai melalui konfigurasi bentuk massa bangunan, perencanaan site,

orientasi, desain, *fasade*, *shading devide*, instrumen penerangan alam, warna *fasade*, lansekap horisontal dan vertikal, ventilasi alami.

- **Arsitektur Hemat Energi (*Energy-Efficient Architecture*)**

Merupakan arsitektur yang berlandaskan pada pemikiran minimalisasi penggunaan energi tanpa membatasi/mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktifitas penghuninya dengan memanfaatkan sains dan teknologi modern. Dicapai melalui sinergi antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi.

- ***Solar Architecture***

Merupakan arsitektur yang memanfaatkan energi surya, baik secara langsung (radiasi cahaya dan termal) maupun secara tidak langsung (energi angin), dimana elemen-elemen ruang berfungsi secara integratif sebagai sistem surya aktif ataupun pasif. Dicapai dengan inovasi teknologi sel *photovoltaic*.

- ***Green Architecture***

Merupakan arsitektur yang berwawasan lingkungan dan berlandaskan kepedulian tentang konservasi lingkungan global alami dengan penekanan pada efisiensi energi, pola berkelanjutan (*sustainable*)

dan pendekatan *holistic (holistic approach)*.

Paradigma ini bertitik tolak pada konsep desain ekologi yang menekankan pada ketergantungan (*interdependencies*) dan keterkaitan (*interconnectedness*) antara semua sistem (*natural* dan *artificial*) dengan lingkungan lokal dan biosfer.

- ***Vegetation Potensial in Energy-Efficient.***

Beberapa potensi vegetasi dalam menentukan kondisi mikroklimatik yaitu peran vegetasi sebagai kontrol radiasi sinar matahari, angin, kelembaban (*precipitation and humidity*) dan temperatur (McClenon, 1979). Efektifitas vegetasi sebagai kontrol iklim bergantung pada bentuk dan karakteristik vegetasi, iklim setempat dan persyaratan khusus *site*. McClenon (1976) juga menyebutkan bahwa dampak vegetasi pada iklim cukup besar. Vegetasi mampu menyerap radiasi yang mengenainya lebih dari 90%, mereduksi kecepatan angin dalam suatu area kurang lebih 10% dibandingkan aliran pada area terbuka, atau bahkan dapat pula meningkatkan kecepatan angin serta mengarahkannya, mereduksi suhu udara pada siang hari sekitar 15 °F, dan pada kondisi tertentu dapat pula meningkatkan suhu udara di malam hari, dimana hal ini sangat diinginkan di beberapa jenis iklim, yaitu di daerah beriklim moderat dan iklim dingin.

Beberapa prinsip pemilihan vegetasi berkaitan dengan efisiensi energi menurut McClenon (1979) adalah sebagai berikut:

1. Pepohonan besar / kecil dan semak dapat digunakan untuk menyaring aliran angin yang tidak diinginkan, cemara (*conifer*) dapat digunakan untuk mengarahkan angin.
2. pepohonan dapat digunakan sebagai saluran angin (*channel wind*), untuk meningkatkan ventilasi di area tertentu.
3. vegetasi dapat mereduksi akumulasi salju di permukaan tanah, atau sebagai perisai radiasi sinar matahari.
4. Vegetasi khususnya dengan daun khususnya jarum, dapat digunakan untuk menangkap kabut, serta dapat meningkatkan pencapaian sinar matahari pada permukaan tanah.
5. Pepohonan yang berdaun rontok dapat menyaring *direct sunlight* selama musim panas, sehingga mereduksi beban pendinginan (*cooling load*) bangunan. Sebaliknya pada musim dingin, menyaring sinar sehingga mereduksi beban pemanasan (*heating load*) pada bangunan.
6. Area hijau dapat menjadi lebih dingin pada siang hari, dan biasanya sedikit melepas panas pada malam hari.

Dua hal penting tentang efek lansekap berkaitan dengan radiasi matahari pada bangunan yaitu karakteristik elemen: ukuran, *transmisivity*, kapasitas penyimpanan panas dan lokasi – orientasi.

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan perletakan vegetasi pada desain bangunan di suatu *site* dalam konteks efisiensi energi, yaitu: kapan saat terjadi pembayangan dan dimana pembayangan itu diperlukan. Bila pertimbangan diatas diabaikan, maka desain yang dihasilkan dapat menjadi lebih besar dalam penggunaan energinya.

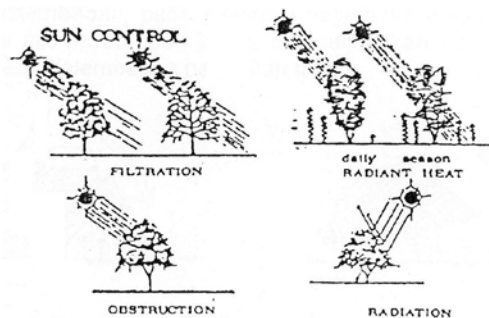
Dampak keberadaan vegetasi di sekeliling bangunan terhadap iklim (Givoni, 1998) antara lain adalah sebagai berikut:

- Mereduksi *solar heat gain* dengan efek pembayaran (untuk pohon dengan *canopy* tinggi).
- Sebagai insulasi (vegetasi berupa semak tinggi disamping dinding).
- Mereduksi pantulan radiasi sinar matahari (vegetasi berupa ‘*ground cover*’).
- Menurunkan *ambient temperature* di sekeliling kondensor AC
- Mereduksi kecepatan angin di sekeliling bangunan.
- Mereduksi energi matahari untuk pemanasan (pada kondisi ‘*winter*’ dengan vegetasi di sisi selatan bangunan).

-Vegetasi Sebagai Kontrol Radiasi Sinar Matahari

Untuk menciptakan kondisi yang nyaman dalam suatu bangunan, perlu dilakukan pengendalian atau kontroll radiasi sinar matahari baik yang diserap ataupun yang dipantulkan kembali ke atmosfer. Pada dasarnya peran vegetasi dalam kontrol radiasi ini adalah pantulan dengan :

- Mengendalikan efek radiasi melalui filtrasi sinar radiasi (*direct radiation*).
- Kontrol permukaan tanah (*ground surface*).
- Kontrol re-radiasi.
- Menghalangi (*obstruction*).



Gambar 4. Fungsi kontrol vegetasi
Sumber: Mc. Clenon, 1979

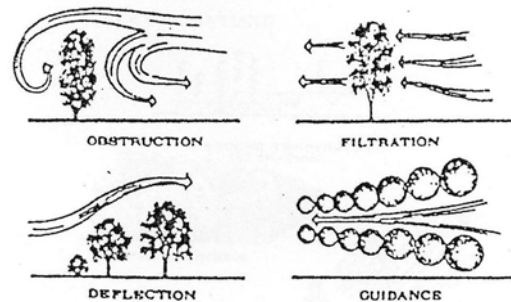
- Vegetasi sebagai Kontrol Angin

Sebagaimana telah diketahui bahwa pencapaian manusia diperoleh salah

satunya dengan kontrol terhadap aliran angin yang masuk ke dalam bangunan. Berkaitan dengan hal ini, vegetasi mempunyai potensi sebagai *modifying factor* untuk melakukan kontrol terhadap aliran angin melalui berbagai cara, antara lain :

- Menghalangi dan menyaring aliran (*obstruction and filtering*).
- Mengarahkan aliran angin (*redirecting*) atau *channeling guidance*.
- Defleksi dan intesepsi.

WIND CONTROL



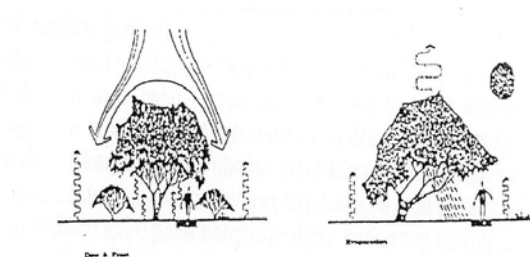
Gambar 5. Fungsi kontrol angin
Sumber: Mc. Clenon, 1979

Berkaitan dengan fungsi vegetasi sebagai pemecah aliran angin (*windbreak device*), maka desain perletakan vegetasi pada *site* sangat penting. Vegetasi harus ditata sesuai dengan pola kecepatan dan arah angin, juga ditentukan oleh jarak antara perletakan vegetasi tersebut terhadap

bangunan. Tujuan dari strategi ini adalah untuk menjamin masuknya sinar matahari ke dalam bangunan. Tujuan dari strategi ini adalah untuk meminimalkan infiltrasi udara dan terjadinya *convective heat loss*, namun bisa tetap menjamin masuknya sinar matahari ke dalam bangunan.

- Vegetasi sebagai Kontrol Kelembaban (*Precipitation and Humidity*)

Dalam kontrol kelembaban, pada dasarnya vegetasi mengendalikan dampak dari hujan (baik berupa air, es ataupun salju), mengendalikan intensitas dan lokasi embun dan evaporasi serta kelembaban permukaan tanah.



Precipitation & Humidity Control

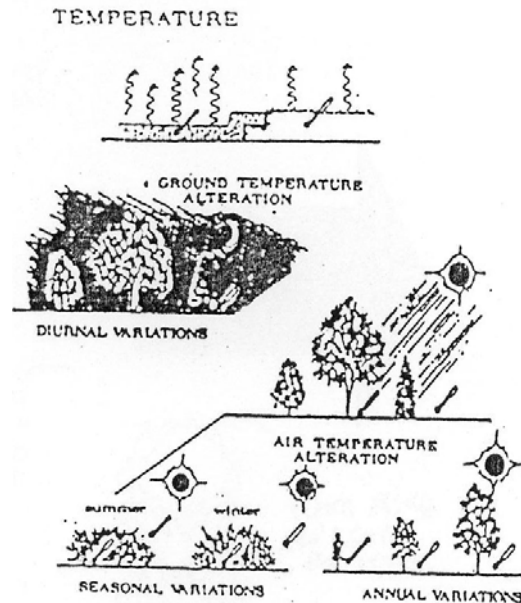
Gambar 6. Vegetasi sebagai pengontrol kelembaban

Sumber: Mc. Clenon, 1979

- Vegetasi sebagai Kontrol Temperatur

Vegetasi juga menyebabkan terjadinya perbedaan temperatur udara, baik

secara, harian (antara siang dan malam), musiman (*seasonal*) ataupun temperatur tahunan (*annual temperature*).



Gambar 7. Karakter suhu iklim

Sumber: Mc. Clenon, 1979

- Urban Green Area Option

Strategi *multilevel urban green area/vertical landscape* ini dikemukakan oleh Ken Yeang (1994) dalam *Bioclimatic Skycrapers*. Dalam pembahasannya, *vertical landscape* atau *garden in the sky* menurut Yeang meliputi:

- Vegetasi yang diletakkan di sepanjang selubung bangunan (*vertical planting*).
- Vegetasi yang diletakkan pada atap bangunan (*roof garden, skycourt, green roof, roof-top garden*).

Kedua desain lansekap ini dilakukan untuk memberi proporsi seimbang antara bangunan dengan area hijau (*green area*), karena tuntutan efisiensi lahan. Tujuan utama penggunaan strategi ini adalah dalam konteks efisiensi energi, dimana dengan strategi ini diharapkan dapat membantu mereduksi panas (terutama *solar heat gain*) yang masuk ke dalam bangunan. Dengan direduksinya *heat gain* ini, diharapkan beban pendinginan (*cooling load*) pada bangunan dapat berkurang sehingga energi (baik *heat* maupun *electricity*) juga dapat dikurangi.

- Vertical Planting

Fungsi penggunaan *vertical planting* pada selubung bangunan antara lain:

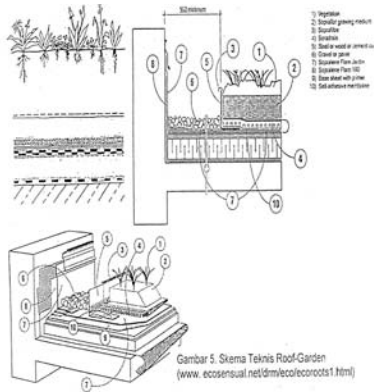
- Memberi pembayangan pada bukaan pencahayaan di sepanjang selubung bangunan
- Memelihara kualitas udara (*fresh and clear air*) di sekitar bangunan, vegetasi tersebut dapat menyerap CO , CO_2 dan gas polutan lain, serta melepas O_2 di malam hari
- Desain *vertical planting* yang menerus sampai pada permukaan tanah dapat difungsikan untuk aliran air hujan, menjamin kelestarian siklus air hujan untuk kembali ke tanah
- Menjaga kelembaban udara di sekitar bangunan dengan precipitasi.
- Sebagai filter bagi aliran angin yang akan masuk ke dalam bangunan melalui pembukaan penghawaan.

- Roof Garden

Fungsi penggunaan *roof garden* pada bangunan antara lain:

- Mereduksi panas akibat radiasi matahari dengan penambahan elemen vegetasi, yang memberi pembayangan pada permukaan atap, juga secara langsung berfungsi sebagai lapisan (*layer*) yang dapat mereduksi *solar hear gain*.
- Memanfaatkan area atap sebagai ruang terbuka hijau. Pada beberapa disain dimungkinkan adanya aktifitas yang dapat ditampung di *roof garden*.
- Memelihara kualitas udara (*fresh and clear air*) di sekitar bangunan, vegetasi tersebut dapat menyerap CO , CO_2 dan gas polutan lain, serta melepas O_2 di malam hari.

- Menjaga kelembaban udara di sekitar bangunan dengan presipitasi.



Gambar 5. Skema Teknis Roof-Garden
(www.ecosensual.net/04mecoecoroots1.html)



Gambar 6. Konsep Sky-courts (Yeang, 1994)

Gambar 8. Skema roof garden dan skycourts
Sumber: www.ecosensual.net Yeang, 1994

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wong (2003), penggunaan *roof-top garden* di daerah tropis (Singapura), terbukti dapat menghemat konsumsi energi bangunan sekitar 0.6 – 14.5 % per tahun. Penelitian ini dilakukan dengan dua macam jenis vegetasi, yaitu semak dan pohon. Hasil penelitian tersebut membuktikan

bahwa vegetasi yang potensial untuk diaplikasikan pada *roof garden* adalah jenis semak.

SIMPULAN

Strategi desain arsitektur dalam konteks energi merupakan aspek yang sangat penting, mengingat semua keterbatasan (energi, lahan, sumber daya alam) yang akan dihadapi pada masa yang akan datang. Paradigma konsep *low-energy* yang paling potensial untuk diterapkan di Indonesia adalah paradigma *Bioclimatic Architecture* dan *Green-Architecture*, mengingat dalam penerapannya tidak memerlukan teknologi dan biaya yang besar seperti halnya *Solar Architecture*.

Multilevel urban green area merupakan salah satu manifestasi dari konsep desain sadar energi. Pemanfaatan vegetasi sebagai elemen arsitektur yang diterapkan secara vertikal, berperan sebagai berikut: (1) *Planting and landscaping* tidak hanya digunakan untuk kepentingan ekologis dan estetis, namun juga terbukti potensial untuk pendinginan bangunan. Keberadaan vegetasi, baik di sepanjang *fasade* bangunan atau di atas bangunan tinggi juga berperan sebagai layer pereduksi radiasi dalam ruang, (2) *Planting* dapat diwujudkan sebagai vertikal lansekap di sepanjang *fasade* bangunan tinggi atau sebagai suatu ruang terbuka atau taman di

bawah atas bangunan tinggi, (3) Vegetasi dapat menyerap CO_2 , dan menghasilkan O_2 , dimana hal ini sangat bermanfaat bagi bangunan dan lingkungan sekitarnya.

Penerapan strategi penataan vegetasi secara vertikal ini dapat dioptimalkan bila dikaitkan dengan analisa *operating-energy* 'selective mode' (Hawks, 1996), dimana lingkungan bangunan dikontrol dengan kombinasi *automatic* dan manual serta menggunakan perpaduan *natural* dan *artificial*, serta dengan mempertimbangkan potensi lingkungan secara optimal. Sehingga tercapai sinergi antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, E., 1994, "Low-Energy Building" Energy and Building, vol. 21 p. 169-74.
- Hawks, D., 1996, The Environmental Tradition : Studies in the Architecture of Environment, E & FN Spon, London.
- Givoni, B., 1998, Climate Consideration In Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Lawson, D., 1993 Energy Efficient Buildings, Architect's Journal, June 9, vol. 197 no. 23, p. 17-18.
- McClenon, C., 1979, Landscape Planning for Energy Conservation, Report

prepared for the Solar Energy Programme, Office of Housing and Building Technology, Environmental Design Press – Us.

- Pramujadi, D., 2002, "Balancing Indoor-Outdoor Cooling with The Usage of Green Roofs in Building for sustainability in The Tropics", Building Research and The Sustainability of Built Environment in The Tropics, Proceeding of International Seminar 14-16 Oktober 2002, Jakarta.
- Priatman, J., 2002, "Energy Efficient Architecture" Paradigma dan Manifestasi Arsitektur Hijau, Dimensi Teknik Arsitektur, vol. 30 Desember 2002 p. 167-175, Jurusan Teknik Arsitektur – FTSP, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Priatman, J., 2002 "Energy Efficient Architecture" Paradigma dan Manifestasi Arsitektur Hijau, Dimensi Teknik Arsitektur, vol. 30 Desember 2002 p. 167-175, Jurusan Teknik Arsitektur – FTSP, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Priatman, J., 2003, "Energy Conscious Design" Konsepsi dan Strategi Perancangan Bangunan di Indonesia, Dimensi Teknik Arsitektur, vol. 31 Juli 2003 p. 43-51, Jurusan Teknik

Arsitektur – FTSP, Universitas Petra,
Surabaya.

Wong, N.H., et.al., 2003, “The Effect of
Rooftop Garden on Energy
Consumption of a Commercial
Building in Singapore”, Energy and
Building, May, vol. 35 p. 353-364.

Yeang, K., 1994, Bioclimatic skyscrapers,
Artemis London Limited, London.

[www.consensual.net/drm/eco/ecoroots1.ht
ml](http://www.consensual.net/drm/eco/ecoroots1.html)

[www.epa.gov/globalwarming/actions/local/
heatisland/index.html](http://www.epa.gov/globalwarming/actions/local/heatisland/index.html).